

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-168927

(43)Date of publication of application : 02.07.1996

(51)Int.Cl.

B23P 19/02

B25J 13/00

B25J 17/02

(21)Application number : 06-314647

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 19.12.1994

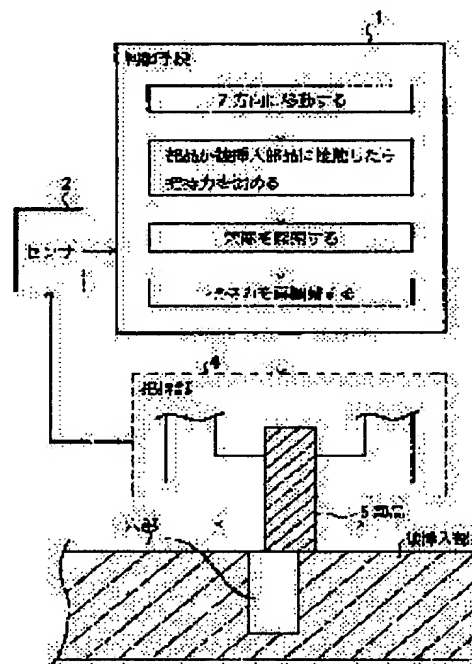
(72)Inventor : TSUDA NAOZUMI

(54) PART ASSEMBLING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To precisely and efficiently insert parts by an industrial robot used in parts assembling work, etc.

CONSTITUTION: A parts assembling device is provided with a gripping part 4 to be moved in the vertical direction or in the flat surface direction while gripping a part, a sensor 2 for detecting the stress to be applied to the part, and a control means 1 for controlling the movement of the gripping part 4, and inserts the gripped part into a hole part 7 of a member to be inserted 6. When the control means 1 detects the fact that the gripped part is brought in contact with the member to be inserted 6, it weakens the gripping force for the part, and researches the precise position of the hole part 7 and corrects the insertion position of the part by moving the gripping part 4 in the flat surface, readjusts the gripping force for the part, and inserts the part into the hole part 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-168927

(43) 公開日 平成8年(1996)7月2日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 P 19/02	Q			
B 2 5 J 13/00	Z			
17/02	G			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-314647

(22) 出願日 平成6年(1994)12月19日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 津田 直純

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

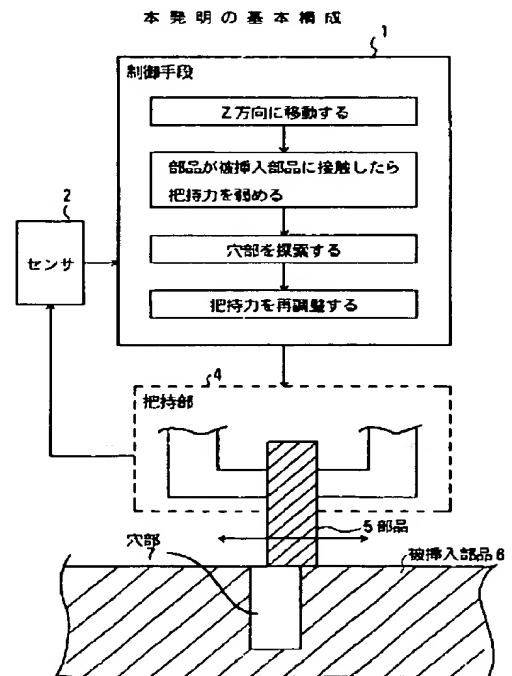
(74) 代理人 弁理士 長谷川 文廣 (外2名)

(54) 【発明の名称】 部品組み立て装置

(57) 【要約】

【目的】 部品の組み立て作業等に使用される産業用ロボットに関し、部品挿入を精度良く、能率的に行うことを目的とする。

【構成】 部品を把持して垂直方向および平面方向に移動する把持部と部品に加わる応力を検出するセンサと把持部の移動を制御する制御手段とを備え、把持した部品を被挿入部品の穴部に挿入する部品組み立て装置において、制御手段は、把持した部品が被挿入部品に接触したことを検出すると、該部品の把持力を弱め、把持部を平面内で移動して該穴部の正確な位置を探索して部品の挿入位置を補正し、部品の把持力を再調整し、該部品を該穴部に挿入する構成を持つ。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 部品を把持して垂直方向および平面の方向を移動する把持部と部品に加わる応力を検出するセンサと把持部の移動を制御する制御手段とを備え、把持した部品を被挿入部品の穴部に挿入する部品組み立て装置において、制御手段は、把持した部品が被挿入部品に接触したことを検出すると、該部品の把持力を弱め、把持部を平面内で移動して該穴部の正確な位置を探索して部品の挿入位置を補正し、部品の把持力を再調整し、該部品を該穴部に挿入することを特徴とする部品組み立て装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、該部品は角形の柱状部品であり、把持部を X 方向および Y 方向に変位させて穴部の探索をすることを特徴とする部品組み立て装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、該部品は円柱状であって、把持した部品をすりこぎ状に移動し、把持部の描く軌跡の中心を求め、該中心を穴部の中心軸の点とすることを特徴とする部品組み立て装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、部品の組み立て作業等に使用される産業用ロボットに関する。産業用ロボットは、ペグ、ピン等の部品を把持し、他の部品の穴部に挿入する等の部品組み立て作業を行うことができる。

【0002】 本発明は、部品組み立て装置において、このような部品挿入を精度良く、能率的に行うことができるようにしたものである。

【0003】

【従来の技術】 従来、例えば、ペグ等の部品挿入作業をロボットに行わせる場合には、ロボットアームの手先に離心たわみ機構を設け（RCC: Remote Center Compliance）ピン挿入専用の機構を設け対処していた。あるいは、ソフト的に離心たわみ機構を設けることも可能であった。

【0004】 また、部品挿入位置を決め、実際に部品を挿入する際に部品が正しく挿入されない場合には、部品と基板との接触により生じる応力を検出し、コンプライアンス制御により部品挿入を行うようにしていた。

【0005】 図 7 は従来の部品挿入方法の説明図であって、コンプライアンス制御の概念図である。図 7 において、120 は、ロボットである。

【0006】 121 はマニュアル速度指令であって、Z 方向（部品の挿入方向）の外部からの指令である。122 はコンプライアンス平面であって、挿入方向に垂直な平面である。

【0007】 部品挿入作業は、挿入方向のみを指令装置により挿入量のみを与え、これに垂直な平面（コンプライアンス平面）に対しては、リストに懸かる外力を緩和する向きにロボットの位置を制御して部品挿入をする。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 従来の離心たわみ機構を用いる方法は、挿入したいピンの長さがわかっていないと十分な性能が発揮できない。従って、未整備な環境で様々な部品に臨機応変に対応することができなかった。

【0009】 また、従来のコンプライアンス制御による方法は、例えば、ペグと穴とのクリアランスが 0.03 mm 程度の高精度な場合にはカジリコミを生じ、確実な挿入を行うことができなかった。

10 【0010】 本発明は、離心たわみ機構を使用することなく、高精度でかつ柔軟に状況に対応することのできる部品組み立て装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明は、部品を挿入方向に下降させ、被挿入部品に接触した時に把持部が部品を把握する力を弱める。そして、部品の把握力を弱めた状態で把持部を平面方向にわずか前後、左右に移動させ、その時に部品が穴部の正確な位置を求める。そして、穴の位置と部品の位置を正確に一致させ、その位置で把持部の部品把持力を再調整（把持力を元に戻す）し、部品を穴部に挿入するようにした。

20

【0012】 図 1 は本発明の基本構成を示す。図 1 において、1 は制御手段であって、挿入部品の位置決め、部品把持の制御等を行うものである。

【0013】 2 はセンサであって、部品 5 が被挿入部品 6 に接触した時に生じる応力を検出するものである。4 は把持部であって、部品 5 を把持するものである。

【0014】 5 は部品であって、挿入部品である。6 は被挿入部品であって、部品 5 が挿入される部品である。7 は穴部であって、部品を挿入する穴である。

30

【0015】 図 1 の本発明の基本構成の動作は後述する。

【0016】

【作用】 図 2 は本発明の基本構成図である。図 2 において、5 は部品であって、ペグの例であり、把持部を X 方向の正側に移動させた状態を示す。

【0017】 5' は部品であって、挿入のため部品が被挿入部品に接触した時の状態を示し、穴部 7 の正確な位置を探索する前の状態である。6 は被挿入部品である。

40

【0018】 7 は穴部であって、部品 5 が挿入される穴である。図 2 の説明をする。図 2 (a) は把持部を右に移動させた状態である。把持した部品 5' が被挿入部品に接触したことをセンサが検出すると、制御手段はその位置で把持部の移動を停止させ、把持部は部品 5' の把持力を弱める。そして、把持部を X 軸の正方向に移動させる。把持部の把持力が弱いので、部品 5' は下端を穴部 7 の上部付近に位置させた状態で部品 5' の上部のみが把持部の移動方向に移動し、穴部 7 の上端と部品 5' の右側が接触し、部品 5 の状態に至り部品に反力を生じる。その反力を検出した時の X 軸方向の変位の大きさを

50

X 1 とする。

【0019】図 2 (b) は把持部を左に移動させた状態である。図 2 (a) の状態から把持部を X 軸の負方向に移動させる。把持部を X 軸の負方向に移動させることにより部品は下端を穴部 7 の中に位置させた状態で探索前の部品位置 (5') に戻り、さらに把持部を同じ方向に移動させることにより、穴部 7 の上端と部品 5 の左側が接触し、部品に反力を生じる。その反力を検出した時の部品の初期位置からの変位の大きさを X 2 とする。

【0020】図 2 (c) は部品の挿入を示す。X 1 と X 2 の中点 X 3 に穴部 7 の中心軸があるので、その位置に部品の中心軸が位置するように把持部を移動し、その位置で部品の把持力を強めるように再調整し、把持部を下降させて部品 5 を穴部 7 に挿入する。

【0021】図 2 (d) は、角形部品の探索方法を示す。まず、穴部 7 の各辺と部品 5 の各辺は対応する辺同士が平行になるようする。そして、穴部 7 の探索は、X 方向、Y 方向について上記の方法で行い、穴部 7 の正確な位置を求める。

【0022】図 2 (e) は、円柱状部品の探索方法を示す。円柱状の部品 5 の探索は、穴部 7 の上端が部品 5 に作用する応力の反作用を検出しながら把持部が円もしくは楕円の軌跡を描くように移動させる。そして、その軌跡の中心を求め、その中心が穴部 7 の中心軸に一致するので、部品 5 の中心軸を、求めた円もしくは楕円の中心に一致させる。

【0023】次に、図 1 の本発明の基本構成の動作説明をする。制御手段 1 は把持部 4 により部品 5 を把持させ、部品 5 の位置が被挿入部品 6 の穴部 7 の上に位置するように把持部 4 を移動制御する。そして、把持部 4 をあらかじめ設定した距離だけ Z 方向 (下方) に移動させる。部品 5 と被挿入部品 6 が接触したことをセンサ 2 が検出すると制御手段 1 は把持部 4 の部品把持力を少し弱める。次に穴部 7 の上端と部品の応力の反作用をセンサで検出しながら、上記のように把持部 4 を移動させ、その変位もしくは軌跡を求め、穴部 7 の正確な位置を探索する。

【0024】穴部 7 の正確な位置が求まったら、把持部 4 の把持力を再調整 (把持力を元に戻す) し、把持部 4 を下降させて、部品 5 を穴部 7 に挿入する。本発明によれば、部品組み立て装置により部品挿入を高精度に行うことができる。また、離心たわみ機構を使用することなく確実に部品を被挿入部品に挿入できる。そのため、部品の長さ等に関係なく自由な形状の部品について部品挿入作業を行うことができるので、対象部品の選択自由度を大きくすることができる。

【0025】

【実施例】図 3 は本発明の実施例であって、部品組み立てロボットに適用した場合を示す。

【0026】図 3 において、21 は把持部である。22

はハンドある。

【0027】23 はセンサであって、部品 37 に生じる応力を検出するものである。24 は回転部であって、ハンド 22 をアームに垂直な面内で回転させるものである。

【0028】25 は回転部であって、アーム 30 を垂直面内で回転するものである。26 は回転部であって、アーム 31 を垂直面内で回転するものである。27 は回転部であって、アーム 32 を垂直面内で回転するものである。

【0029】28 は支柱であって、水平面内で回転するものである。30、31、32 はアームである。35 は基台であって、支柱 28 を支えるものである。

【0030】36 はロボットの駆動電力の供給、制御信号の入出力等を行う入出力部である。37 は部品であって、ハンド 22 に把持された部品である。

【0031】40 は制御手段であって、ハンド 22、アーム 30、31、32 の駆動制御をするものである。41 はコンピュータである。

【0032】42 はロボット制御部であって、アーム 30、31、32 の駆動制御をするものである。43 はハンド制御部であって、ハンドの回転、把持部 21 の部品把持等の制御を行うものである。

【0033】44 は把持力調整部であって、部品 37 の把持力を調整するものである。45 は探索部であって、部品 37 の把持力を調整するものである。46 はセンサ用 A/D 変換部であって、センサ 23 の検出信号をデジタル信号に変換するものである。

【0034】図 3 の構成において、ロボット制御部 42 はコンピュータ 41 により信号処理をして、回転部 24、回転部 25、回転部 26、回転部 27、支柱 28 の回転制御を行う。また、ハンド制御部 43 は計算機処理されたセンサ 23 の検出信号に基づいて把持部 21 を制御し、部品 37 の把持および挿入を行う。

【0035】センサ用 A/D 変換部 46 はセンサ 23 の検出信号をデジタル信号に変換し、コンピュータ 41 に転送する。図 4 は本発明の把持部の実施例である。

【0036】図 4 (a) は把持部の指の構成を示す。把持部は指 1 (51)、指 2 (52)、指 3 (53) により構成される。指 1 (51) が前後に移動し、指 2 (52) が軸 A を中心に回転し、指 3 (53) が軸 B を中心に回転して部品を把持する。指 1 (51) の前後の移動で部品の把持力を調整する。また、指 2 (52)、指 3 (53) にセンサが接続される。

【0037】図 4 (b) は指 1 (51) の正面図、側面図、平面図である。55 は部品との接触部であって、スプリングにより部品を弾力的に保持するものである。図 5 は本発明の制御手段のフローチャートである。

【0038】図 5 はペグを把持して、被挿入部品に移動し、挿入孔にペグを挿入する場合のフローチャートであ

る。なお、S1～S11は従来のコンプライアンス法による。

【0039】穴と軸とのクリアランスは最大0.028mmである。

S1 ロボット制御部42により、アームを制御し、ハンド22が平面に垂直になるようにロボットの姿勢を制御する。

【0040】S2 被挿入部品の基準のマークを計測し、初期位置を設定する。

S3 部品把持および把持した部品を挿入する位置を定める作業座標を生成する。

【0041】S4, S5 ロボット制御部42は、ハンド22をペグのある位置に移動し、ハンドを下降してペグにアクセスする。

S6 把持部21によるペグの把持を開始する。

【0042】S7 ハンド制御部43により把持力を調整する。

S8 把持したペグを引き抜く。

S9 ロボット制御部42は、アームおよび支柱を制御して、ハンド22をペグを挿入する穴の上に移動する。

【0043】S10 把持したペグが穴の上に位置したら、ハンド22を下降させ、穴にアクセスする。

S11, S12 ペグと被挿入部品との接触を検出したら、挿入力のチェックをする。ペグが正しく穴の上に位置していない時は、S13に進み軸補正をする。所定の挿入力で挿入できたらS14に進み、最終確認をする。

【0044】S13 ロボット制御部42は、センサ22の応力の検出情報に基づいて、穴の正確な位置を探索し、ペグの中心軸が穴の中心軸に位置するように軸補正する。

【0045】S14 終了確認において、ペグが正しく挿入されていないことを確認したら、S12以降の処理を繰り返す。ペグが正しく挿入されていることを確認されたら処理を終了する。

【0046】図6は本発明の実験結果の例であり、挿入-抜取-挿入の順で連続的に2度行った場合を示す。図6(a)は、動作シーケンスであり、ステータスIDの時間経過を示す。ステータスIDの内容は次のとおりである。

【0047】0：初期状態

1：把持力緩和（軸合わせスキル（動作）開始）

2：+X方向探索

3：-X方向探索

4：+Y方向探索

5：-Y方向探索

6：最終補正位置の計算

7：最終補正位置へ移動

8：軸合わせスキル抜ける

9：把持力再調整

図6(b)は、挿入時の補正量（変位）と時間の関係を示す。X方向変位、Y方向変位、Z方向変位は図6(a)のステータスに応じてそれぞれ図示のように時間とともに変化する。

【0048】図6(c)はリストカプロファイルの時間変化（X方向、Y方向、Z方向の外力の時間変化）を示す。図6(a)のステータスに応じてそれぞれ図示のように変化することが示されている。図2(a)、(b)、(c)のように探索した時、CはX方向の変位で(a)の反作用を検出した位置であり、Dは(a)の反作用を検出した位置である。また、Eは部品の上端が穴の中心上に位置した時に対応する。

【0049】実験結果から、挿入-抜取-挿入の各過程において、いずれもZ軸の反力が徐々に小さくなり、スムーズな挿入作業がなされるように補正されていることが示されている。

【0050】上記の本発明によれば軸ズレが10°程度ある場合でも確実に挿入できることが示される。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば、離心たわみ機構を使用することなく、簡単な構成で高精度に部品挿入をできる。そのため、部品の長さ等に関係なく自由な形状の部品について部品挿入作業を行うことができるので、対象部品の選択自由度を大きくすることができ、部品組み立て作業の能率を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成を示す図である。

【図2】本発明の基本構成図である。

【図3】本発明の実施例を示す図である。

【図4】本発明の把持部の実施例を示す図である。

【図5】本発明の制御手段のフローチャートを示す図である。

【図6】本発明の実験結果の例を示す図である。

【図7】従来の部品挿入方法の説明図である。

【符号の説明】

1：制御手段

2：センサ

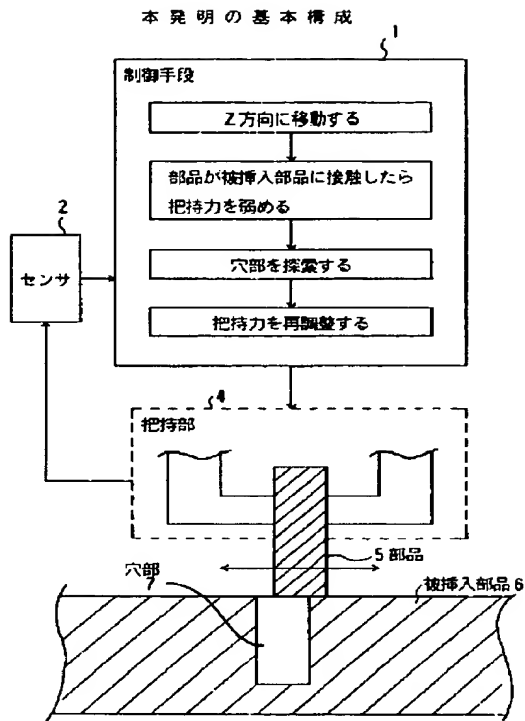
4：把持部

5：部品

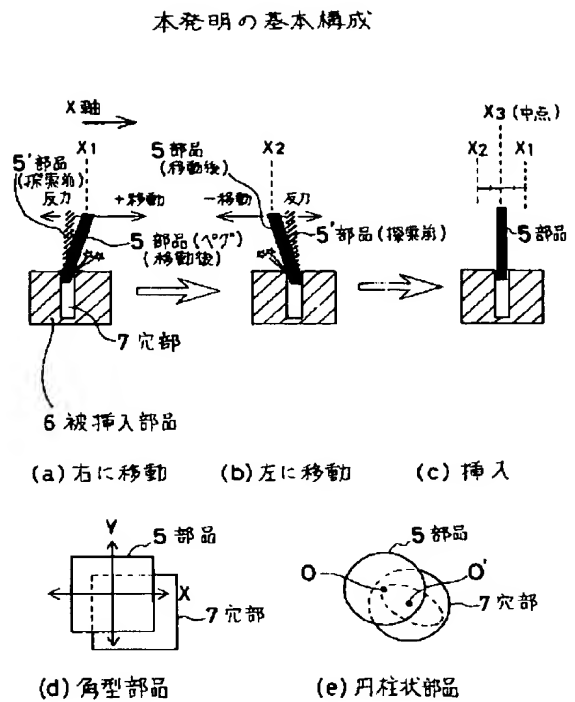
6：被挿入部品

7：穴部

【図 1】

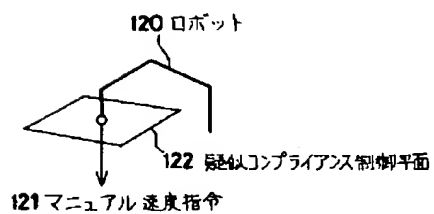


【図 2】



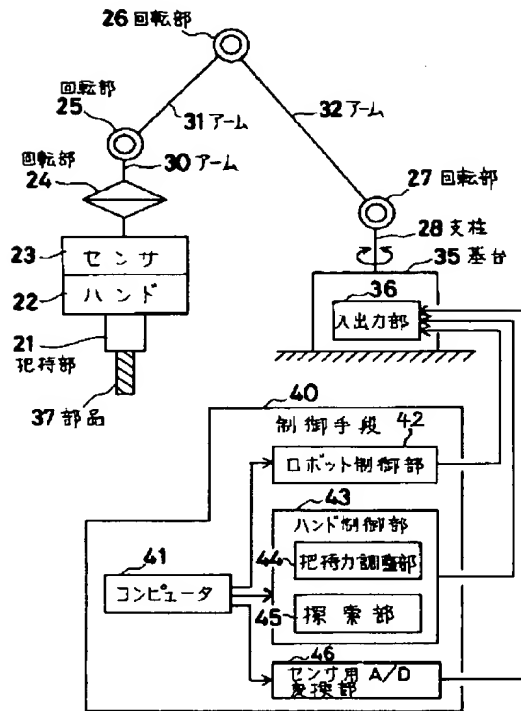
【図 7】

従来の部品挿入方法



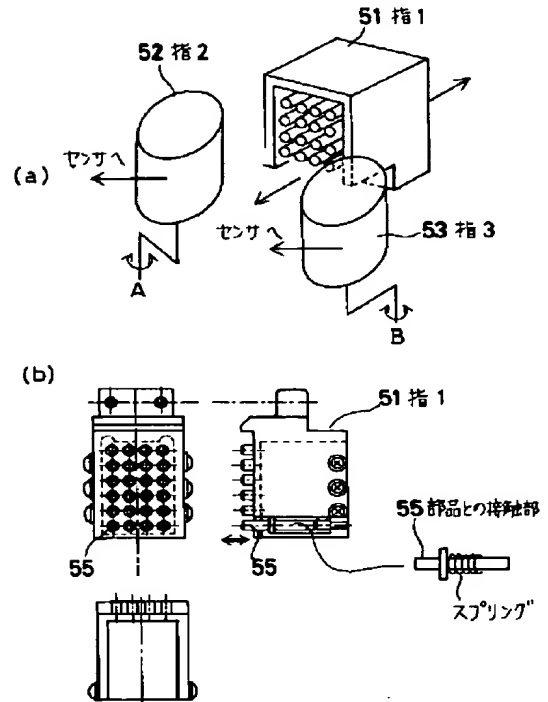
【図 3】

本発明の実施例



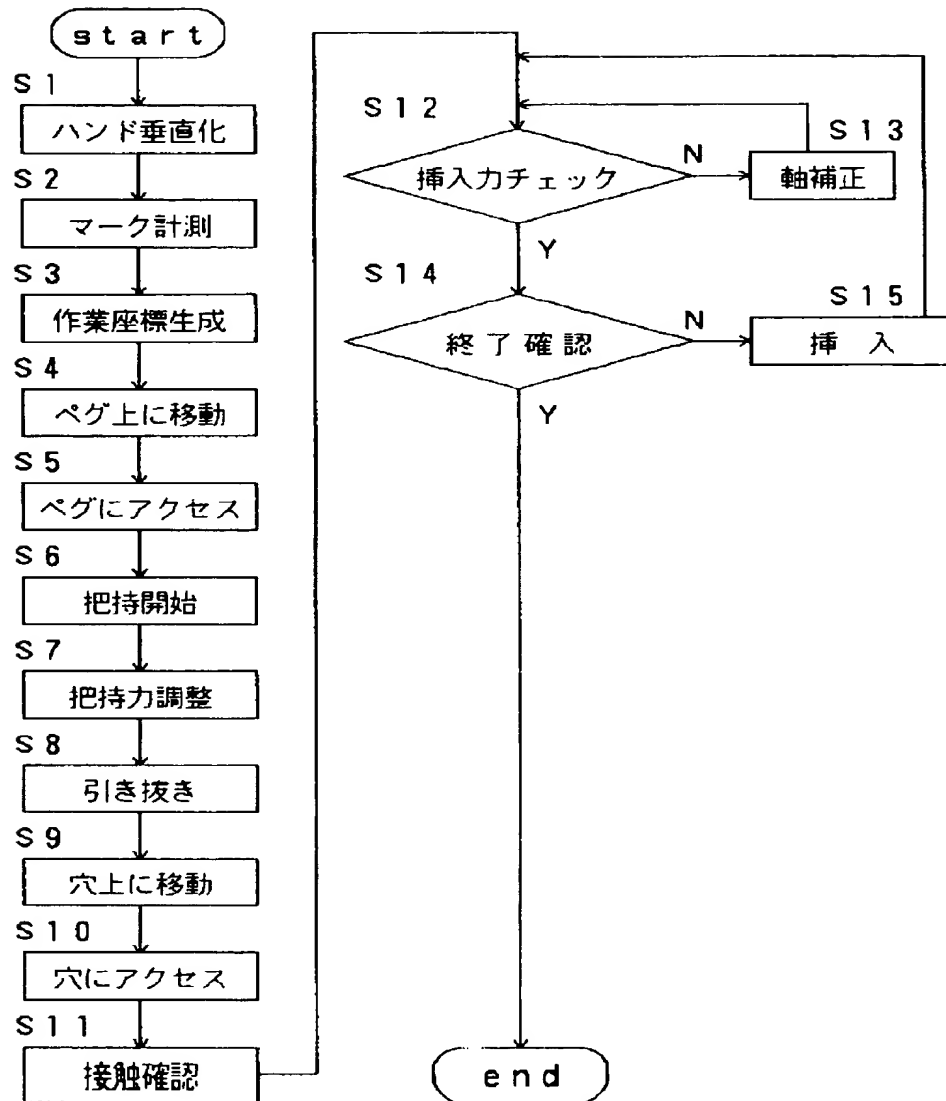
【図 4】

本発明の把持部の実施例



【図5】

本発明の制御手段のフローチャート



【図6】

本発明の実験結果の例

